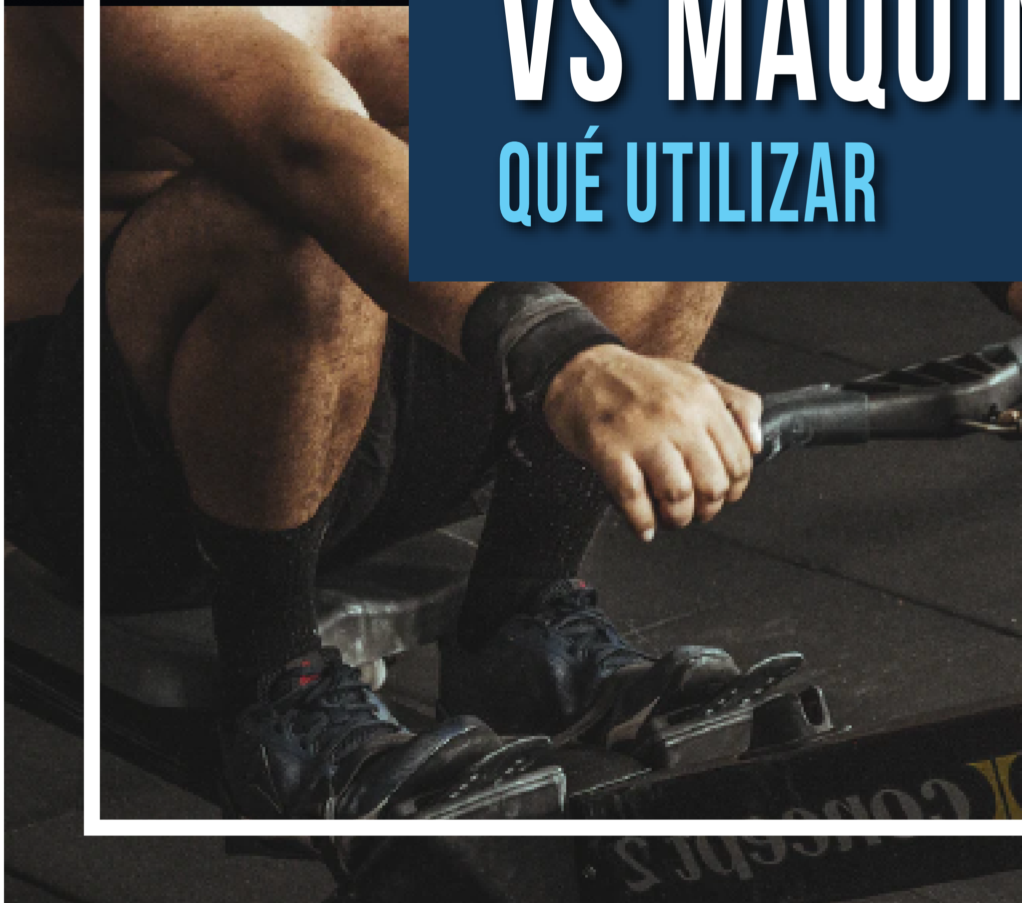


PESOS LIBRES VS MÁQUINAS

QUÉ UTILIZAR



JOCKEY GYM

PESOS LIBRES VS MÁQUINAS

QUÉ UTILIZAR

Es un debate que parece seguir perdurando con el paso del tiempo en las salas de entrenamiento. Sea cual sea el objetivo de entrenamiento, utilizar pesos libres (mancuernas, barras, kettlebells...) y máquinas (poleas o máquinas de palancas divergentes y convergentes) difieren en las adaptaciones producidas y por eso surge la pregunta de manera permanente.

Con este artículo, se pretende exponer la evidencia actual que permita seleccionar una opción u otra, o las dos si fuera necesario, según los objetivos personales. Se hará un mayor énfasis en el crecimiento muscular como objetivo primario.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ¿POR QUÉ SE MANTIENE ESTE DEBATE?

Entrenar la fuerza resulta importante para todo deportista profesional y, si diferenciamos grupos más específicos, resulta indispensable para otros como culturismo, powerlifting, halterofilia, Strongman o deportes cuya finalidad es expresar fuerza absoluta en la mayor expresión posible. Conseguir hipertrofia también resulta necesario para todos los deportes, para unos más que para otros, y para uno en particular, más que para el resto. Hablamos, por supuesto, del culturismo y todas las categorías que lo integran.

Utilizar pesos libres o máquinas para mejorar ciertos aspectos de los deportes anteriormente mencionados han demostrado diferentes adaptaciones específicas y se ha perpetuado el debate desde hace décadas [1]. Muchas de esas adaptaciones se sustentan en la intervención de ciertos grupos musculares en ciertos ángulos específicos de trabajo, y es aquí donde el debate resulta romperse en favor de una opción u otra. El problema para los deportes competitivos no específicos de movimientos con pesas, es decir, de todos aquellos alejados de powerlifting o la halterofilia, es que a la hora de evaluar las variables de fuerza o la tasa de producción de fuerza (RFD) surge la siguiente dicotomía...

Si los músculos o grupos musculares se entrenan principalmente de forma dinámica, ¿por qué el nivel de fuerza y / o los cambios en la RFD se analizan en condiciones isométricas? Tal enfoque engendra la cuestión de los aumentos de fuerza logrados en los ejercicios de entrenamiento, que no pueden confirmarse en el procedimiento de prueba de diagnóstico porque no concuerdan entrenamiento y valoración [2] (Figura 1).

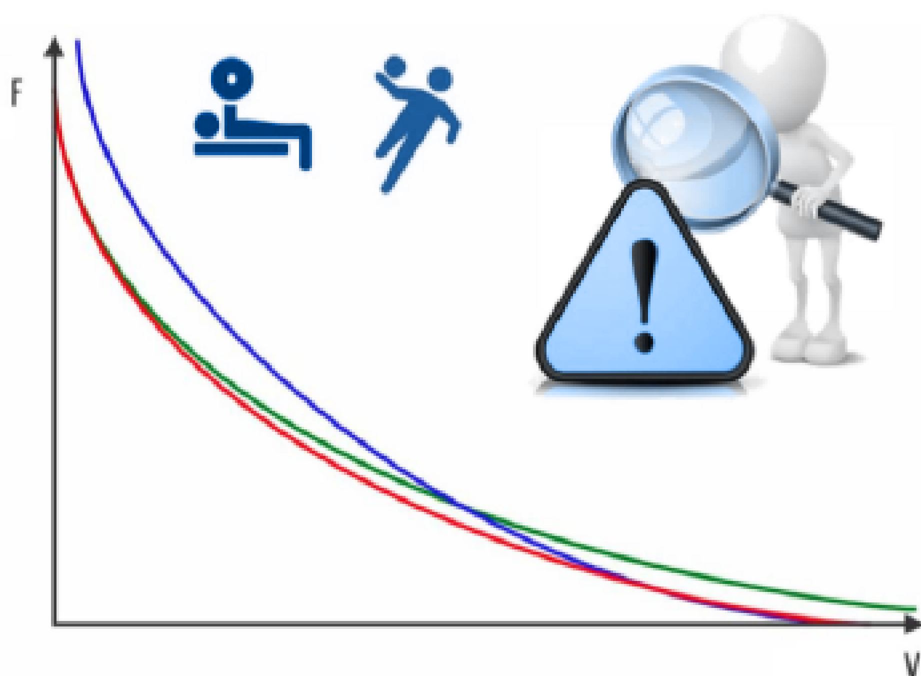


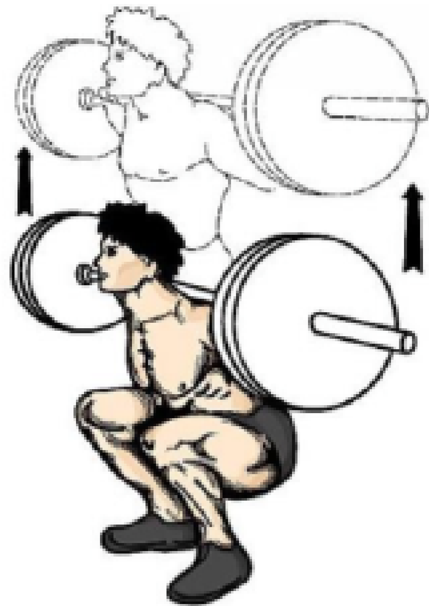
Figura 1. Curva F-V de dos deportistas diferentes. Como vemos, línea azul y verde distan de la línea roja equilibrada; cada una es óptima para un deporte en particular.

Por lo tanto, uno de los causantes que alimentan el eterno debate entre pesos libres y máquinas es que incluso los propios evaluadores de los resultados aplican metodologías incorrectas para el análisis de los resultados y, sobre todo, para la transferencia a la práctica deportiva.

Por ejemplo, desde un punto de vista biomecánico, en la comparación de los ejercicios de sentadillas y press de piernas (prensa), podemos observar que se entrenan casi los mismos músculos de las extremidades inferiores, pero en algunos aspectos son diferentes. El press de piernas tiene menos requisitos para equilibrar el peso y, por lo tanto, una menor actividad muscular contribuye a estabilizar en comparación con la sentadilla (Figura 2), sin embargo, la prensa de piernas permite aplicar más fuerza en la trayectoria lineal... ¿es el método correcto para entrenar y evaluar a un lanzador de peso o martillo que gira sobre sí mismo en su lanzamiento?... probablemente, no.

Figura 2. Diferencias técnicas y biomecánicas de prensa de piernas vs sentadilla.





Además, el movimiento de sentadilla requiere una posición vertical, mientras que el movimiento de prensa, por ejemplo, con inclinación de 45°, es realizado por el individuo en una posición casi supina. En comparación con la sentadilla, la prensa de piernas de 45° evita el último movimiento de extensión de 45° en la cadera y, en consecuencia, los extensores de la cadera no están entrenados en ese rango.

El mismo problema se puede aplicar a la prensa de piernas sentado, dependiendo de la inclinación del cojín del respaldo. El movimiento de presión de piernas sentado también tiene un patrón de movimiento horizontal / vertical, mientras que la sentadilla requiere una presión casi vertical. Por lo tanto, las adaptaciones específicas deben considerarse.

2. ARGUMENTOS DEL DEBATE. PESOS LIBRES VS MÁQUINAS.

2.1. A FAVOR DEL PESO LIBRE.

MANTRA: ¡TU CUERPO ES LA ÚNICA MÁQUINA QUE NECESITAS!

FILOSOFÍA: LOS PESOS LIBRES SON LO MEJOR; LAS MÁQUINAS SON PARA DEBILUCHOS.

Los puntos de su posicionamiento a favor del peso libre:

- **LAS MÁQUINAS NO SON FUNCIONALES.** La máquina selecciona tu trayectoria de movimiento para que no desarrolles tanta eficiencia, por lo tanto, las ganancias en fuerza o tamaño que haces son menos transferibles a la vida real.

- **LAS MÁQUINAS NO MEJORAN LOS ESTABILIZADORES.** Debido a que la ruta de movimiento es fija, no necesita depender de su propia estabilidad, ni se utiliza el cuerpo de la mejor manera, ya que generalmente estás sentado o acostado.

- **LAS MÁQUINAS NO SE AJUSTAN A TODOS LOS TIPOS DE CUERPO POR IGUAL.** Las máquinas no son completamente ajustables y la curva de resistencia podría no ajustarse de manera óptima. No funcionan igual para todos.

- **LOS PESOS LIBRES AUMENTAN LA FUERZA MEJOR.** El sistema nervioso central (SNC) trabaja más duro con pesas libres porque exigen más coordinación, lo cual es importante para un mayor desempeño. Si se mejora la eficiencia del SNC, aumentarás el potencial de fuerza y la capacidad para aumentar el rendimiento en otros movimientos.

- **LOS PESOS LIBRES CAUSAN MÁS DAÑO MUSCULAR.** Si generas más daño muscular, estimularás más crecimiento muscular.

Estos argumentos han existido por mucho tiempo. Algunos son legítimos; otros simplemente no son precisos. Por un lado, hay que tratar con cuidado el tema de los estabilizadores, porque aún hay mucha gente que piensa que son un tipo único de músculos y no es así.

La estabilización es una función muscular, al igual que la fijación y el movimiento. Estabilizar significa hacer que una articulación móvil sea más estable mientras está

involucrada en el movimiento. Un músculo puede ser un estabilizador en un ejercicio y un motor en un ejercicio diferente. Por ejemplo, los dorsales y los romboides estabilizarán la articulación del hombro en un press de banca, pero serán un motor principal en un remo. La mayoría de los músculos pueden ser estabilizadores o fijadores (estabilizando una articulación que no se mueve) en algunos ejercicios.

2.2. A FAVOR DE LAS MÁQUINAS.

MANTRA: **¡LO MÁS IMPORTANTE PARA CRECER ES LA TENSIÓN MUSCULAR CONSTANTE!**

FILOSOFÍA: **LAS MÁQUINAS SON MÁS SEGURAS Y FOCALIZAN MÁS EL/LOS MÚSCULO/S QUE QUIERAS.**

Los puntos de su posicionamiento a favor de las máquinas:

- **LA TENSIÓN MECÁNICA MANDA.** Los músculos no saben si la resistencia proviene de pesos libres, una máquina, una estación de poleas, nuestro peso corporal, una carretilla, una caja, botellas de agua, etc. Cuando un músculo hace un trabajo mecánico contra una resistencia, se adaptará y crecerá.

- **LAS MÁQUINAS PROPORCIONAN UNA TENSIÓN MÁS CONSTANTE.** Una máquina bien diseñada cambiará la resistencia durante el movimiento, incrementándola en la porción del rango de movimiento donde eres más fuerte, haciendo que los músculos trabajen de forma óptima durante el 100% de la repetición. Con el peso libre, hasta dos tercios del rango de movimiento se realiza con los músculos que no se contraen completamente (aperturas con mancuernas, por ejemplo).

- **LAS MÁQUINAS HACEN QUE SEA MÁS FÁCIL FOCALIZAR UN MÚSCULO.** Uno de los beneficios de las pesas libres es involucrar más músculos en un ejercicio, para la fijación, la estabilización y también como sinergistas. Pero esto también puede hacer que las máquinas sean superiores si deseas cambiar mejor hacia el enfoque de un solo músculo.

- **PUEDES COMPENSAR A FAVOR DE PUNTOS DÉBILES MÁS FÁCILMENTE CON PESO LIBRE.** Con una máquina, el movimiento es predeterminado y no puede cambiar. Si bien puede compensar un poco cambiando la posición del cuerpo, es mucho

menos importante que con pesas libres donde puede cambiar la trayectoria de la barra, el movimiento y la posición del cuerpo para compensar si no tienes fuerza suficiente para completar el ejercicio.

- **LAS MÁQUINAS SON MENOS EXIGENTES CON EL SISTEMA NERVIOSO.** Si bien estimular el SNC es importante para la mejora de la fuerza máxima y el rendimiento, demasiado estímulo puede limitar las ganancias al crear fatiga del SNC con, por ejemplo, agotamiento de la dopamina, desensibilización del receptor suprarrenal, o una sobreproducción de cortisol. Si el objetivo es solo estimular la hipertrofia, crear más fatiga del SNC para hacer el trabajo no siempre es una buena idea.

- **PUEDES LLEGAR DE FORMA MÁS SEGURA AL FALLO EN MÁQUINAS.** Si bien el fallo no es necesario para el crecimiento, parece ser un estímulo efectivo para el crecimiento.

Sí, puedes fallar en los ejercicios de peso libre; pero cuando se habla de ejercicios de peso libre para múltiples articulaciones que tienen un costo neurológico más alto, ir al fallo (que también aumenta el estrés del SNC) podría tener más inconvenientes que beneficios. Sin mencionar que es más seguro fallar en las máquinas y es menos probable que se compense con otros músculos.

3. ¿QUIÉN TIENE RAZÓN? REALIDAD PRÁCTICA Y CIENTÍFICA.

Ambos tienen razón y ambos están equivocados. La clave es saber en qué circunstancias son mejores las máquinas y en cuáles son mejores las pesas libres.

Cuando se trata de ganar músculo, el fin último es favorecer la síntesis de proteínas posterior a través del estímulo que lo inicie, eso es indiscutible; pero no es tan simple como decir "ejercicio X = aumento de la síntesis de proteínas = crecimiento muscular". Por el lado del rendimiento deportivo, por otro lado, se ha visto y demostrado de manera sólida que la especificidad del gesto es determinante para mejorar la fuerza y todas las capacidad y cualidades que la circunscriben (velocidad, potencia, fatiga, etc.) [3-6].

3.1. TRES DESENCADENANTES DEL CRECIMIENTO MUSCULAR.

artiendo del conocimiento básico para el crecimiento muscular que indica que la tensión mecánica es lo más importante para el mismo porque perturba la integridad de la musculatura esquelética de forma mecánica y química para así desencadenar una serie de respuestas moleculares y celulares en las miofibrillas y en las células satélite [7,8] (Figura 3), sí tenemos que ampliar el espectro y ver que los procesos moleculares están mediados por una serie de mecanismos secundarios intermedios, incluyendo mecanotransducción, elevada producción hormonal a nivel local, daño muscular y producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) [8,9].

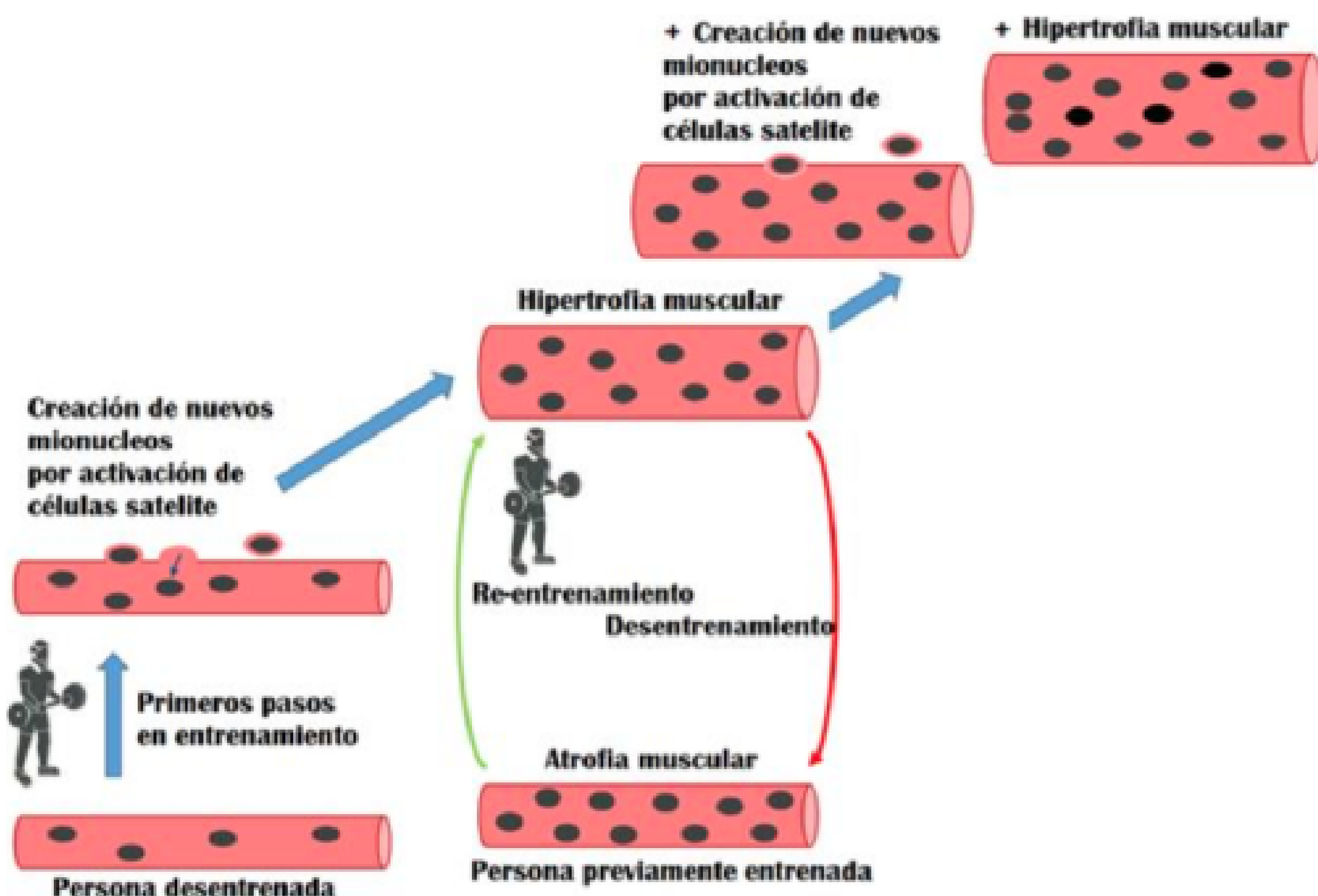


Figura 3. Mecanismo de estímulo de hipertrofia muscular a través de células satélite.

1. FATIGA DE FIBRA MUSCULAR.

Citando al profesor Zatsiorsky, "una fibra muscular que ha sido reclutada en un entrenamiento pero no fatigada no ha sido verdaderamente entrenada". Este enfoque es respaldado por diversos trabajos durante la última década que han demostrado que si entrenas al fallo muscular (hasta que ya no puedas levantar un peso), las ganancias musculares son similares independientemente de si usaste el 30% o el 80% de tu máximo [4].

Acercándote al fallo (RIR < 5), con cada repetición estás fatigando más fibras musculares y tu fuerza disminuye en cada repetición. Esto obliga al músculo a reclutar más fibras musculares individuales para continuar moviendo el peso. Una vez que se alcanza el fallo, se han reclutado y fatigado una gran cantidad de fibras musculares y se han estimulado para crecer.

2. DAÑO MUSCULAR

Durante décadas, el daño muscular fue visto como la única forma de estimular el crecimiento. Dañar las células musculares desencadena el proceso de reparación, que es impulsado por el sistema inmune y depende en gran medida de las células satélite a las que hemos hecho referencia en la Figura 3.

El daño muscular se logra mejor usando intensidades altas (70-85% 1RM) para repeticiones moderadas (5-8 repeticiones por serie, tal vez hasta 10) en ejercicios en los que el músculo objetivo se estirará bajo esas cargas. No obstante, el daño muscular no tiene porqué provocarse únicamente por tensión mecánica, sino que la acumulación de productos de desecho y especies reactivas (ROS) también pueden generarlo [7,10]

2. IMPACTO HORMONAL.

Tradicionalmente, se ha creído que el aumento agudo en los niveles de hormonas sistémicas post- ejercicio era extremadamente importante para la hipertrofia muscular; sin embargo, esta idea fue sido refutada tras el metanálisis de Schoenfeld et al. en 2013 [8] y por otros autores durante los últimos años [11].

Dado el relativo impacto hormonal que generan a nivel agudo los factores determinantes para la hipertrofia muscular, se ha manejado hasta hace no mucho la hipótesis hormonal como una consecuencia derivada del entrenamiento y en pro del crecimiento muscular, especialmente en sujetos desentrenados. A pesar de su importan-

cia y buena correlación a medio y largo plazo con la hipertrofia muscular [12,13], también es cierto que no es completamente necesaria para que la hipertrofia que se produzca [14], al igual que ocurre con el aumento agudo de los niveles del resto de hormonas implicadas [15-17].

Pese a esta situación, sigue habiendo algunos autores que analizan los posibles efectos de hormonas como la testosterona en la fuerza y la hipertrofia comparando pesos libres y máquinas [18]. Más recientemente, en 2020, incluso la hormona más importante en el desarrollo de la masa muscular y la fuerza ha caído ante la evidencia, y se ha demostrado que a pesar de los efectos agudos de aumento de testosterona superior en los pesos libres frente a las máquinas, la hipertrofia y la fuerza son semejantes utilizando uno y otro método de entrenamiento (Figura 4).

EFECTO DE TRABAJO CON PESO LIBRE VS MÁQUINAS EN LA FUERZA, HIPERTROFIA Y TESTOSTERONA

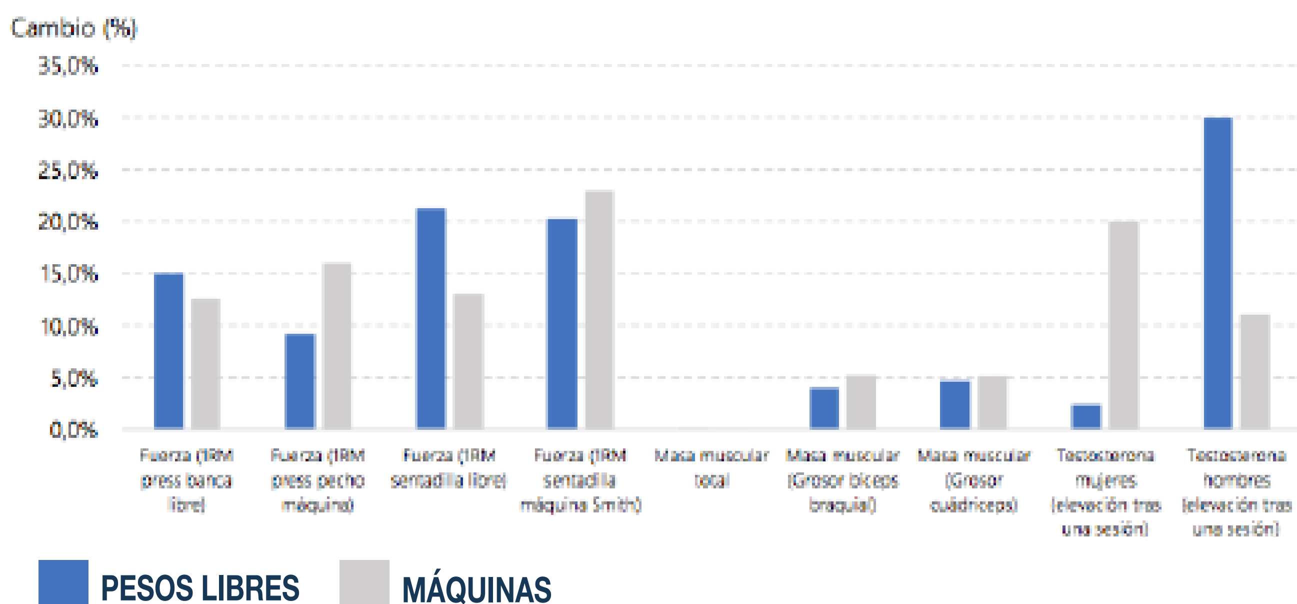


Figura 4. Efectos de trabajo con peso libre vs máquinas en la fuerza, la hipertrofia y la testosterona. Se observan cambios reseñables especialmente en la testosterona, en donde los hombres expresan un mayor incremento tras la sesión al entrenar con pesos libres, mientras que en las mujeres ocurre cuando se entrena con máquinas.
La posible explicación, según los autores, podrían deberse al divertimento que ofrecen las máquinas para las mujeres, así como a la sensación de seguridad.

Aunque existentes, todavía queda bastante camino por andar (en sujetos entrenados aún más) para poder decir a ciencia cierta que el impacto hormonal es determinante para la hipertrofia muscular pues, el tamaño de su efecto es bastante modesto.

3.2. APUNTANDO HACIA EL DESENCADENANTE OBJETIVO PARA HIPERTROFIA.

	Pesos libres	Poleas	Máquinas guiadas
Tensión mecánica	XXX	XX	XX
Daño muscular	XXX	XX	XX
Fatiga	XXX	X	XX
Impacto hormonal	XX	XXX	XXX

Tabla 1. Impacto de pesos libres, poleas y máquinas sobre los factores de crecimiento para hipertrofia.

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Es cada vez más evidente que hay dos métodos típicos de entrenamiento de resistencia disponibles en casi todas las instalaciones de fitness que se llevan a cabo para desarrollar las diferentes manifestaciones de fuerza. Por un lado, los pesos libres (mancuernas, barras, discos, mancuernas rusas o kettlebells, balones medicinales, etc.); por el otro, las máquinas guiadas*.

**Las poleas, también habituales en los gimnasios podrían considerarse dentro de uno u otro grupo dependiendo del número de fulcros o de si están acompañadas por componentes estabilizadores de la postura durante la ejecución del ejercicio.*

Los ejercicios de peso libre son útiles para ejercicios balísticos o explosivos, además pueden ser diferenciados para replicar movimientos específicos de rendimiento que luego se pueden implementar en un contexto deportivo. Con esto en consideración, si el objetivo es mejorar la capacidad de salto vertical, velocidad de sprint o natación,

velocidad de lanzamiento o economía de carrera, un grupo cuidadosamente seleccionado de ejercicios de peso libre sería la mejor opción.

No hay duda de que los grandes físicos y deportistas tienen su base en ejercicios con peso libre, donde los músculos trabajan en contra de la fuerza de la gravedad, requiriendo control corporal, coordinación y estabilización, permitiendo un gasto energético considerablemente mayor, ayudando en el desarrollo de la composición corporal, la salud general y el bienestar.

Esto no quiere decir que no podamos beneficiarnos de incluir ejercicios en máquina en nuestro programa. Las máquinas de resistencia son guiadas y limitan la actividad muscular en mayor medida a los músculos que realizan el movimiento y no tanto a los estabilizadores o sinergistas, que sí son necesarios para mantener el equilibrio y control corporal en los pesos libres.

También poseen numerosas ventajas ya que, por ejemplo, algunas de ellas ofrecen resistencia a través de una mayor amplitud de movimiento en oposición a los pesos libres. En ocasiones, también se considera un modo de ejercicio más seguro debido a su sencillez técnica, aunque debemos tener en cuenta que la posible reducción de riesgos dentro del gimnasio puede compensarse negativamente con un aumento de la posibilidad de lesión fuera de este.

Los ejercicios en máquina producen patrones de activación de la musculatura con menor transferencia a otros movimientos que no sea el de la propia máquina. La falta de coordinación muscular, inhibición o ausencia de control de la musculatura estabilizadora o fallos en el control motor podrían ocasionar una lesión realizando otro tipo de actividad cotidiana o deportiva que sí requiera estas exigencias.

Uno de los principales inconvenientes del entrenamiento con máquinas es que será necesario ajustar el aparato a las dimensiones de la persona. Esta adaptación dependerá mucho del modelo de la máquina, construida a partir de datos corporales promedio que no coinciden correctamente a todo el mundo.

PESOS LIBRES	
PROS	**CONTRAS**
TRABAJO DE PROPIOCEPCIÓN Y EQUILIBRIO.	MALA EJECUCIÓN PUEDE DERIVAR MÁS FACILMENTE EN LESIONES.
MEJOR REPLICA DE MOVIMIENTOS DE LA VIDA DIARIA.	LEVANTAMIENTOS MUY PESADOS PUEDEN R EQUERIR HASTA DOS PERSONAS QUE AYUDEN.
TRANSPORTABLE. OCUPAN MENOS ESPACIO.	MENOR FACILIDAD PARA LOCALIZAR MÚSCULOS CONCRETOS.
SE ADAPTAN MEJOR A LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS INDIVIDUALES.	TRABAJAR CERCA DEL FALLO MUSCULAR RESULTA MAS PELIGROSO.

MÁQUINAS	
PROS	**CONTRAS**
MENOS RIESGO DE LESIÓN DURANTE LA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO.	FALTA DE TRABAJO DE ESTABILIZADORES Y SINERGISTAS.
AISLAMIENTO MÁS SENCILLO DE MÚSCULOS CONCRETOS.	NO SE ADAPTAN A LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS INDIVIDUALES.
NO SE SUELE/DEBERÍA NECESITAR AYUDANTES PARA REALIZAR LOS EJERCICIOS.	OCUPAN MUCHO ESPACIO.
SE ADAPTAN MEJOR A LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS PERSONALES.	SON MÁS CARAS Y MENOS VERSÁTILES.

Tabla 2: Pesos libres VS máquinas.

Ninguna de las modalidades de entrenamiento ha demostrado una superioridad absoluta: los pesos libres y las máquinas de resistencia deben ser considerados como métodos complementarios de entrenamiento, ya que cada uno de ellos tiene beneficios específicos.

En la medida de lo posible y como generalidad, la base del entrenamiento deberían ser los pesos libres (50-75% del total de ejercicios), y las máquinas guiadas su complemento (resto de porcentaje una vez restado el uso de bandas de resistencia).

Un programa compuesto de diferentes ejercicios multiarticulares y monoarticulares que abarquen múltiples ángulos y planos, utilizando nuestro peso corporal, pesos libres, bandas de resistencia, rodillos de espuma y/o pelota dura, máquinas y poleas nos proporcionará una estimulación total de la musculatura.



5. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

1. Haff, G. G. (2000). Roundtable Discussion: Machines Vs Free Weights. Strength and Conditioning Journal, 22(6), 18.
2. Hartmann, H., Bob, A., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D. (2009). Effects of different periodization models on rate of force development and power ability of the upper extremity. The Journal of Strength & Conditioning Research, 23(7), 1921-1932.
3. Bloomquist, K., Langberg, H., Karlsen, S., Madsgaard, S., Boesen, M., &Raastad, T. (2013). Effectofrangeofmotionin heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. European journal of applied physiology, 113(8), 2133-2142.
4. Schoenfeld, B.J., Grgic, J., Ogborn, D., &Krieger, J.W. (2017). Strength and hypertrophy adaptations between low-vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. The Journal of Strength & Conditioning Research, 31(12), 3508-3523.
5. Pallarés, J.G., Cava, A.M., Courel-Ibáñez, J., González-Badillo, J.J., &Morán-Navarro, R.(2020). Fulls quat produces greater neuromuscular and functional adaptations and lower pain than partial squats after prolonged resistance training. European Journal of Sport Science, 20(1), 115-124.
6. Lyons, T. S., McLester, J. R., Arnett, S. W., & Thoma, M. J. (2010). Specificity of training modalities on upper-body one repetition maximum performance: free weights vs. hammer strength equipment. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(11), 2984-2988.
7. Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(10), 2857-2872.
8. Schoenfeld, B.J. (2013). Potential mechanisms for a role of metabolic stress inhypertrophic adaptations to resistance training. Sports medicine, 43(3), 179-194
9. Pearson, S.J., &Hussain, S.R. (2015). Are view on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. Sports Medicine, 45(2), 187-200.
10. Paulsen, G., Mikkelsen, U. R., Raastad, T., & Peake, J. M. (2012). Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise. Exerc Immunol Rev,18(1), 42-97.
11. Morton, R. W., Oikawa, S. Y., Wavell, C. G., Mazara, N., McGlory, C., Quadrilatero, J., & Phillips, S. M. (2016). Neither load nor systemic hormones determine resistance training mediated hypertrophy or strength gains in resistance trained young men. Journal of applied physiology, 121(1), 129-138.
12. Mitchell, C. J., Churchward-Venne, T. A., Bellamy, L., Parise, G., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2013). Muscular and systemic correlates of resistance training-induced muscle hypertrophy. PloS one, 8(10), e78636.

13. Mayhew, D. L., Kim, J. S., Cross, J. M., Ferrando, A. A., & Bamman, M. M. (2009). Translational signaling responses preceding resistance training-mediated myofiber hypertrophy in young and old humans. Journal of applied physiology, 107(5), 1655-1662.
14. Mitchell, C. J., Churchward-Venne, T. A., West, D. W., Burd, N. A., Breen, L., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2012). Resistance exercise load does not determine training mediated hypertrophic gains in young men. Journal of applied physiology, 113(1), 71-77.
15. Hornberger, T. A., Stuppard, R., Conley, K. E., Fedele, M. J., Fiorotto, M. L., & Esser, K. A. (2004). Mechanical stimuli regulate rapamycin-sensitive signalling by a phosphoinositide 3-kinase-, protein kinase B-and growth factor- independent mechanism. Biochemical Journal, 380(3), 795-804.
16. West, D. W., Burd, N. A., Staples, A. W., & Phillips, S. M. (2010). Human exercise-mediated skeletal muscle hypertrophy is an intrinsic process. The international journal of biochemistry & cell biology, 42(9), 1371-1375.
17. West, D. W., & Phillips, S. M. (2012). Associations of exercise-induced hormone profiles and gains in strength and hypertrophy in a large cohort after weight training. European journal of applied physiology, 112(7), 2693-2702.
18. Schwanbeck, S. R., Cornish, S. M., Barss, T., & Chilibeck, P. D. (2020). Effects of Training With Free Weights Versus Machines on Muscle Mass, Strength, Free Testosterone, and Free Cortisol Levels. The Journal of Strength & Conditioning Research.